

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC996 U.S. PRO
10/07/086
02/15/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 3月13日

出願番号
Application Number:

特願2001-070190

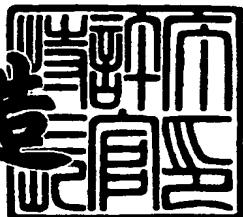
出願人
Applicant(s):

横河電子機器株式会社

2001年12月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3111142

【書類名】 特許願
【整理番号】 J85522A1
【提出日】 平成13年 3月13日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01K 7/00
【発明の名称】 温度測定装置
【請求項の数】 4
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県秦野市曾屋500番地 横河電子機器株式会社
内
【氏名】 須賀 太郎
【特許出願人】
【識別番号】 000232357
【氏名又は名称】 横河電子機器株式会社
【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
【識別番号】 100108578
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 詔男
【選任した代理人】
【識別番号】 100089037
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡邊 隆
【選任した代理人】
【識別番号】 100101465
【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 温度測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジン(40)に流入する気流内もしくは機体外装面に配置された略刃形状の筐体(20)を備え、該筐体(20)の表面を流れる気流の温度Tに基づいて気流の全温度T₁を測定する装置であって、

前記筐体(20)の形状は、

冰雪条件下において当該筐体(20)の表面に形成されるとともに該筐体(20)から乖離してエンジン(40)もしくは機体および装備品に衝突する冰雪塊(L)が、エンジン(40)もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において乖離するように設定される、ことを特徴とする温度測定装置。

【請求項2】 筐体(20)は、エンジン(40)もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において冰雪塊(L)が乖離するように、気流の流線方向に対する各翼面(23A、23B)の傾斜角が規定される、ことを特徴とする請求項1記載の温度測定装置。

【請求項3】 筐体(20)は、エンジン(40)もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において冰雪塊(L)が乖離するように、気流の流線方向に対する前縁部の幅が規定される、ことを特徴とする請求項1または2記載の温度測定装置。

【請求項4】 筐体(20)は、エンジン(40)もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において冰雪塊(L)が乖離するように、気流の流線方向に対する前縁部の傾斜角が規定される、ことを特徴とする請求項1～3いずれかに記載の温度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、航空機のエンジンに流入する気流内もしくは機体外装面に配置され、気流の温度を測定する温度測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、エンジンを搭載した航空機には、空気の温度を測定場合、温度測定装置がエンジンの空気取り入れ口もしくは取り入れ口付近もしくは機体外装面に設置されている。

【0003】

巡航中の外気は高速で流れる気流であり、全温度を測定する必要がある。気流の全温度を測定するには例えば、内部にセンサを備えた筐体に気流を導入して筐体の内壁に衝突させ、よどみ点を形成してよどみ温度を測定する構造の温度測定装置が用いられる。あるいは、流路内を通過する気流の流速を制限することにより気流の全温度を測定する構造の温度測定装置が用いられる。

【0004】

また、本出願人が先に出願した特願平11-95563号には、刃形の筐体の表面にセンサを設けた温度測定装置が記載されている。この温度測定装置は、実用条件下では、筐体表面を摩擦して通過する気流の温度が、よどみ点での全温度と近似することから、筐体の表面を通過する気流の温度を測定して全温度を導いている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら航空機が冰雪条件下を巡航した場合、筐体内壁に気流を衝突させる構成の測定装置では、冰雪を含んだ空気によって筐体内や空気取り入れ口の周囲に冰雪が付着し堆積してしまい、空気取り入れ口が閉塞して気流が導入されないため温度測定が不能となったり、温度センサに冰雪が付着して正確な温度測定が妨げられたり、温度センサそのものが破損したりするという問題があった。同様に、気流を通過させる構成の測定装置も、冰雪の付着によって流路が閉塞し、温度測定が不能となる問題があった。

【0006】

また、特願平11-95563号に記載の測定装置によれば、温度センサやその近傍に冰雪が付着堆積しない構造となっているので、温度センサが破損したり正確な温度測定が妨げられるなどの問題は解消される。しかし、筐体に付着した

氷雪塊が大きく成長して脱落すると、この氷雪塊は気流によってエンジンもしくは機体および装備品に衝突する等の事由で、エンジンもしくは機体および装備品を損傷させてしまうという問題があった。

【0007】

そのため、電熱ヒータや高温のエンジン抽気を使用して筐体を加熱して、このような問題の原因である着氷を防止することもできるが、構造が複雑になる上、筐体を加熱すると正確な温度測定が困難になる。

【0008】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、加熱機構を備えなくても用いることができ、適正な温度測定が行えるとともに、氷雪が付着しにくく、氷雪が付着しても温度測定装置自体が破損せず、氷雪の脱落時にもエンジン等を破損させることのない温度測定装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、エンジン（40）に流入する気流内もしくは機体外装面に配置された略刃形状の筐体（20）を備え、この筐体（20）の表面を流れる気流の温度Tに基づいて気流の全温度T1を測定する装置であって、筐体（20）の形状は、氷雪条件下において筐体（20）の表面に形成されるとともに筐体（20）から乖離してエンジン（40）もしくは機体および装備品に吸入される氷雪塊（L）が、エンジン（40）もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において乖離するように設定されることを特徴としている。この発明にかかる温度測定装置は、氷雪条件下で使用しても付着する氷雪塊を大きく成長させないで乖離させる形状に形成され、氷雪が堆積しやすい構造によるよどみ温度測定によらずに全温度を導くことができるので、氷雪付着防止用の加熱機構が不要で、従来よりも正確な温度測定が可能となる。また氷雪による温度測定装置の破損がなく、さらに乖離した氷雪塊の衝突によるエンジンもしくは機体および装備品の損傷がない。

【0010】

請求項2にかかる発明は、請求項1の温度測定装置において、筐体（20）は

、エンジン（40）もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において氷雪塊（L）が乖離するように、気流の流線方向に対する各刃面（23A、23B）の傾斜角が規定されることを特徴としている。請求項3にかかる発明は、請求項1または2の温度測定装置において、筐体（20）は、エンジン（40）もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において氷雪塊（L）が乖離するように、気流の流線方向に対する前縁部の幅が規定されることを特徴としている。請求項4にかかる発明は、請求項1から3の温度測定装置において、筐体（20）は、エンジン（40）もしくは機体および装備品に損傷を与えない成長段階において氷雪塊（L）が乖離するように、気流の流線方向に対する前縁部の傾斜角が規定されることを特徴としている。この温度測定装置では、筐体をこのような形状に形成することにより、筐体に付着する氷雪を、エンジンもしくは機体および装備品を損傷させない程度の大きさで乖離させることができため、確実にエンジンもしくは機体および装備品を損傷しない温度測定装置を得ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図を参照して説明する。

図1は本発明の温度測定装置の一実施形態を示す斜視図である。この温度測定装置10は、筐体20に温度センサ30を内蔵し、温度センサ30で測定した温度を、電気インターフェイス31を介して外部に伝達する構成となっている。

【0012】

筐体20は、図2に示すようにこの筐体20をエンジン40の空気導入口41に取り付けるためのベース部21と、センサ内蔵部22を備えている。センサ内蔵部22は、ベース部21からエンジン40に取り入れられる気流中に突出するよう形成されている。

【0013】

センサ内蔵部22は、互いに18°の先端角αをもって形成され、気流の流線方向に対してそれぞれ9°の角度をなして配置される2面の気流通過面23と、この気流通過面23の交わる稜線にR0.1で形成され、気流中に設置された状

態で気流の流線方向に対して 55° の角度（後退角 $\beta = 35^{\circ}$ ）をもって傾斜する前縁部24を備えている。この前縁部24は気流中の最上流側（図2の右方）に配置される。また、この前縁部24を稜線として交わる2面の気流通過面23は、ベース部21に対して垂直に立ち上がり、気流に沿うように配置される。なお、センサ内蔵部22の各面は隙間なく接続され閉鎖されている。

【0014】

温度センサ30は、例えば測温抵抗型センサや熱電対などが用いられており、気流通過面23表面に近いセンサ内蔵部22の内部に設けられ、リード線32で電気インターフェイス31に接続されている。この温度センサ30で測定した温度は、この電気インターフェイス31を介して電気信号としてエンジン制御装置（不図示）に伝達される。

【0015】

以上のように構成された温度測定装置10は、エンジン40の空気導入口41の内側上方にベース部21を用いて取り付けられ、巡航時の気流に気流通過面23が沿うように、また前縁部24を上流側にして配置される（図2）。エンジン40にこのように温度測定装置10を備えた航空機が巡航すると、気流はセンサ内蔵部22の両側に分岐し、気流通過面23に沿って流れる（図3（a））。

【0016】

ここで、本温度測定装置10によって測定される温度Tについて説明する。

気流が気流通過面23に沿って流れるとき、気流通過面23表面近傍の空気は、気流と気流通過面23との相対速度による摩擦によって熱が生じるので、温度センサ30が測定する測定温度Tは、この摩擦熱によって上昇した温度である。

【0017】

ところで一般に、マッハ数Mで流れている静温度T0の空気の全温度T1は、

$$T_1 = T_0 (1 + (\kappa - 1) / 2 \times M^2) \quad (1)$$

ただし、 κ ：空気の比熱比 (≈ 1.4)

で表される。一方、本発明のように気流通過面23の表面を流れている気流の温度Tは、静温度T0に対して、

$$T = T_0 (1 + r (\kappa - 1) / 2 \times M^2) \quad (2)$$

$$\text{ただし、 } r = P r^{1/3} (\doteq 0.9)$$

P_r : 空気のプラントル数 ($\doteq 0.71$)

で表される。

【0018】

(1) 式、(2) 式から、全温度 T_1 と測定温度 T の間には、

$$T_1 = T \times (1 + 0.2 \times M^2) / (1 + 0.18 \times M^2)$$

という関係が成り立つ。つまり全温度 T_1 と測定温度 T の間にはわずかな違いが生じるだけである。例えば、 $M = 0.55$ の場合、 $T_1 = 1.006 \times T$ となり、これらの違いは約 0.6% である。したがって、 κ 、 r を一定と考えれば T と T_1 は気流の速度 (マッハ数 M) の関数となるので、この関数を用いて補正を行い正確な全温度 T_1 を求めることができる。あるいはこの違いを誤差として許容して測定される温度 T を全温度とみなすこともできる。

【0019】

次に、エンジン 40 を搭載した航空機が冰雪条件下を巡航したときに、温度測定装置 10 に付着する冰雪塊 L の成長と脱落と、センサ筐体 20 の形状による影響について説明する。

航空機が冰雪条件下を巡航すると、水分が混入した氷点以下の空気流が空気導入口 41 を流れるので、温度測定装置 10 では、気流が衝突する前縁部 24 で着氷し、冰雪塊 L が成長し始める (図 3 (b))。この冰雪塊 L に水分を含む空気がさらに衝突して、冰雪塊 L の前面に着氷するとともに、若干気流通過面 23 側に吹き流されるので、冰雪塊 L は当初の着氷部分から前面幅 p を広げながら前方 (上流側) に向かって厚さ s を増すように成長をする (図 3 (c))。

【0020】

図 3 (a) ~ 図 3 (c) に示すように、冰雪塊 L の成長に伴い前面幅 p が広がり前面面積 q が大きくなるので、冰雪塊 L の受ける空気抵抗が次第に大きくなる。一方、冰雪塊 L が付着する前縁部 24 は鋭角に形成されているため、冰雪塊 L が筐体 20 に固着している幅 (固着幅 t) は小さく、冰雪塊 L は前方 (上流側) には成長しても後方 (下流側) には大きくならないので、固着面積 u (= 固着幅 t × 前縁部 24 の高さ b) は大きくならない。この固着面積 u が小さいほど筐体

20に対する冰雪塊Lの固着力は弱く、その近傍における冰雪塊Lの断面積も小さいために破壊されやすいので、付着した冰雪塊Lは筐体20から乖離しやすい。

【0021】

さらに冰雪塊Lが成長して着氷部分の冰雪塊Lの固着力（剪断強度）よりも空気抵抗力が大きくなると、冰雪塊Lの着氷部分が前縁部24から剥離されて（あるいは着氷部分近傍が破壊されて）、冰雪塊Lは前縁部24から脱落する。脱落した冰雪塊Lは気流によって下流に吹き飛ばされ、エンジン40に吸入される。

【0022】

なお、図4(a)～図4(c)に示すように、センサ内蔵部22の気流通過面23が気流の流線方向に対してなす角が9°よりも大きい（先端角 α が18°よりも大きい）と、気流通過面23に衝突する水滴が増加するため、冰雪は前縁部24だけでなく気流通過面23にも付着する（図4(b)）。気流通過面23に付着した冰雪は前方に成長して前縁部24に付着した冰雪と一体になり、この冰雪塊Lは図4(c)に示すように、大きな冰雪塊Lを形成するので、固着面積uが大きくなり、冰雪塊Lの固着力と剪断強度が強くなる。したがって冰雪塊Lは筐体20から脱落しにくいので大きく成長し、大きく成長した冰雪塊Lが脱落してエンジン40に吸入されると、エンジン40が損傷する。なお、気流通過面23が気流の流線方向に対してなす角の、冰雪塊Lを大きく成長させない限界（=9°）は、冰雪風洞での実験により得られたものである。

【0023】

また、図5(a)～図5(c)に示すように、前縁部24のRが0.5mmよりも大きいあるいは幅が1mmよりも大きいと、空気が衝突する面積が大きい。つまり、固着幅tが大きいので固着面積uが大きくなり、また気流が冰雪塊Lの後方に回り込んで冰雪を付着させるためさらに固着面積uが大きくなるので、冰雪塊Lの固着力と剪断強度が強くなる。したがって冰雪塊Lは筐体20から脱落しにくいので大きく成長し、大きく成長した冰雪塊Lが脱落してエンジンに突入すると、エンジンが損傷する。なお、前縁部24の、冰雪塊Lを大きく成長させない限界（R0.5mmあるいは幅1mm）の形状は、計算および冰雪風洞での

実験により得られたものである。

【0024】

図6 (a) ~図6 (c) に、前縁部24の後退角 β が30°よりも小さい（前縁部24が気流の流線方向に対して60°よりも大きい角度で傾斜している）例として、後退角 β が0°の場合を示す。気流が前縁部24に衝突すると、付着した冰雪は前方に成長する。着氷初期は、気流の流速が遅いベース部21に近い部分は着氷が少ないが（図6 (a)）、さらに着氷が進むと、ベース部21と冰雪塊Lとの間に気流が導かれてベース部21にも冰雪が付着し（図6 (b)）、これが前縁部24で成長した冰雪塊Lと一体となる。したがって冰雪塊Lはベース部21と前縁部24とに付着しているため固着力が強く、大きく成長しやすくなる。

【0025】

上記の温度測定装置10を用いた場合の冰雪塊Lの成長および脱落の試算を行った。この試算は、冰雪塊Lの剪断強度を仮定し、冰雪塊Lにかかる剪断応力がこの剪断強度を超えたら冰雪塊Lは脱落するものとして、冰雪塊Lの脱落時の質量を求めるものであって、剪断応力を決定する要素としては以下のものがある。

空気の流速、密度、全温度T1および水分含有量

先端角 α 、後退角 β

前縁部24の幅a、高さb、半径R

冰雪塊Lの前面幅p、前面面積q、広がり角r、厚さs

固着幅t、固着面積u

【0026】

本温度測定装置10を備えるエンジン40は、60gまでの冰雪塊の吸入を許容することができるものである。試算によると、冰雪塊Lが成長して剪断応力が増大し、剪断強度を超えるのは、冰雪塊Lの質量が7gの時であり、これは着氷開始後約19秒後であることが試算から求められた。さらに着氷開始後約39秒後には、冰雪塊Lにかかる剪断応力は剪断強度の2倍を超え、このときまで冰雪塊Lが脱落せず成長を続けたとしてもその質量は約28gであり、エンジン40が吸入しても十分許容できる質量であるとの試算結果が得られた。したがって、

本温度測定装置10によれば、脱落した氷雪塊Lによってエンジン40を損傷させることはない。

【0027】

以上のように、本温度測定装置10は、センサ内蔵部22を、付着した氷雪塊Lを大きく成長させない形状とすることにより、氷雪塊Lによってエンジン40が破損されることがない。また、氷雪付着防止のための加熱機構が不要であるから、正確な測温が可能で、加熱機構のための電源やスペースが必要なく、温度測定装置10の小型化が可能である。さらに、温度センサ30によって、気流通過面23の表面での温度Tを測定するから、従来用いられているような氷雪を堆積しやすく温度測定装置10自体も損傷されうる構造であるよどみ温度測定装置によらずに、全温度T1を導くことができる。

【0028】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1にかかる温度測定装置は、氷雪条件下で使用しても付着する氷雪塊を筐体から乖離しやすい形状で成長するような形状に筐体を形成するので、氷雪を堆積しやすい構造によるよどみ温度測定によらずに全温度を導くことができるので、氷雪付着防止用の加熱機構が不要で、従来よりも正確な温度測定が可能となる。また氷雪による温度測定装置の破損がなく、さらにこの氷雪塊をエンジンが吸入してもエンジンが損傷されない。つまり本発明によれば、エンジンを損傷させず正確な測温が可能で壊れにくい温度測定装置を、簡単な構造によって得ることができる。

【0029】

請求項2にかかる温度測定装置では、気流の流線方向に対する各刃面(23A、23B)の傾斜角が規定されることにより氷雪は前縁部に付着して後方に成長しにくく、筐体に固着する面積が小さいので、筐体に固着する力が弱い。したがって、氷雪の成長を抑制し、氷雪を乖離させやすくできるので、より確実にエンジンを損傷しない温度測定装置を得ることができる。

【0030】

請求項3にかかる温度測定装置では、気流の流線方向に対する前縁部の幅が規

定されることにより、氷雪が筐体に固着する面積が小さく、固着部分の剪断強度が弱いので破壊されやすく、氷雪が筐体に強力に固着しない。したがって、氷雪の成長を抑制し、氷雪を乖離させやすくできるので、より確実にエンジンを損傷しない温度測定装置を得ることができる。

【0031】

請求項4にかかる発明では、気流の流線方向に対する前縁部の傾斜角が規定されることにより、気流によって氷雪に加えられる空気抵抗力が氷雪を乖離させやすくするとともに、氷雪が筐体の下部に固着しにくいので、氷雪の固着する力が強くならない。したがって、氷雪の成長を抑制し、氷雪を乖離させやすくできるので、より確実にエンジンを損傷しない温度測定装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる温度測定装置の実施形態を示す斜視図である。

【図2】 本発明にかかる温度測定装置がエンジンに設置された状態を示す断面図である。

【図3】 本発明にかかるセンサ筐体に対する空気の流れ方と氷雪が付着する様子を示す模式図である。

【図4】 本発明にかかるセンサ筐体に対する空気の流れ方と氷雪が付着する様子を示す模式図である。

【図5】 本発明にかかるセンサ筐体に対する空気の流れ方と氷雪が付着する様子を示す模式図である。

【図6】 本発明にかかるセンサ筐体に対する空気の流れ方と氷雪が付着する様子を示す模式図である。

【符号の説明】

10 温度測定装置

20 センサ筐体

23 気流通過面

24 前縁部

30 温度センサ

40 エンジン

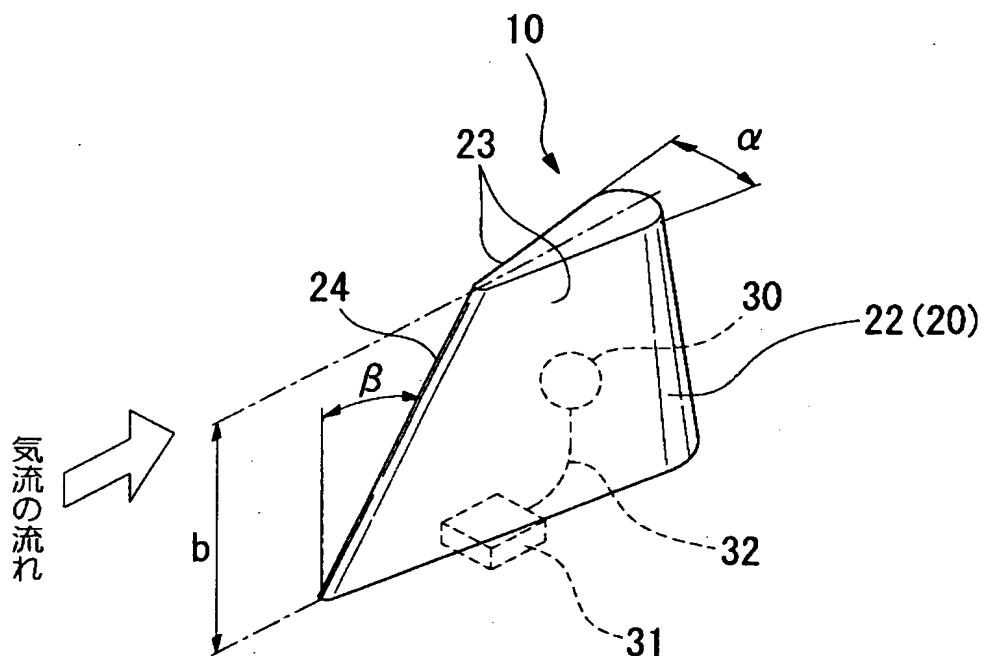
4.1 空気取り入れ口

α 先端角

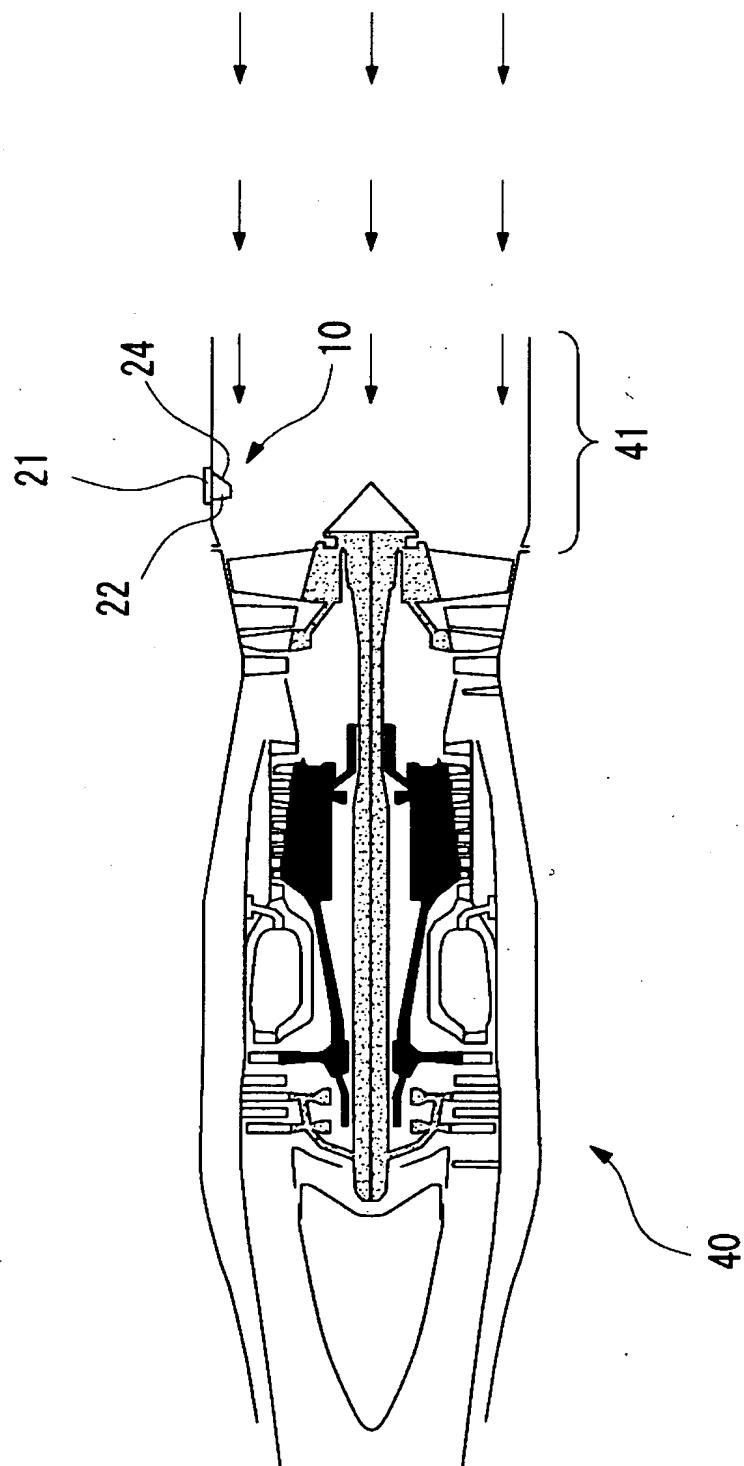
β 後退角

【書類名】 図面

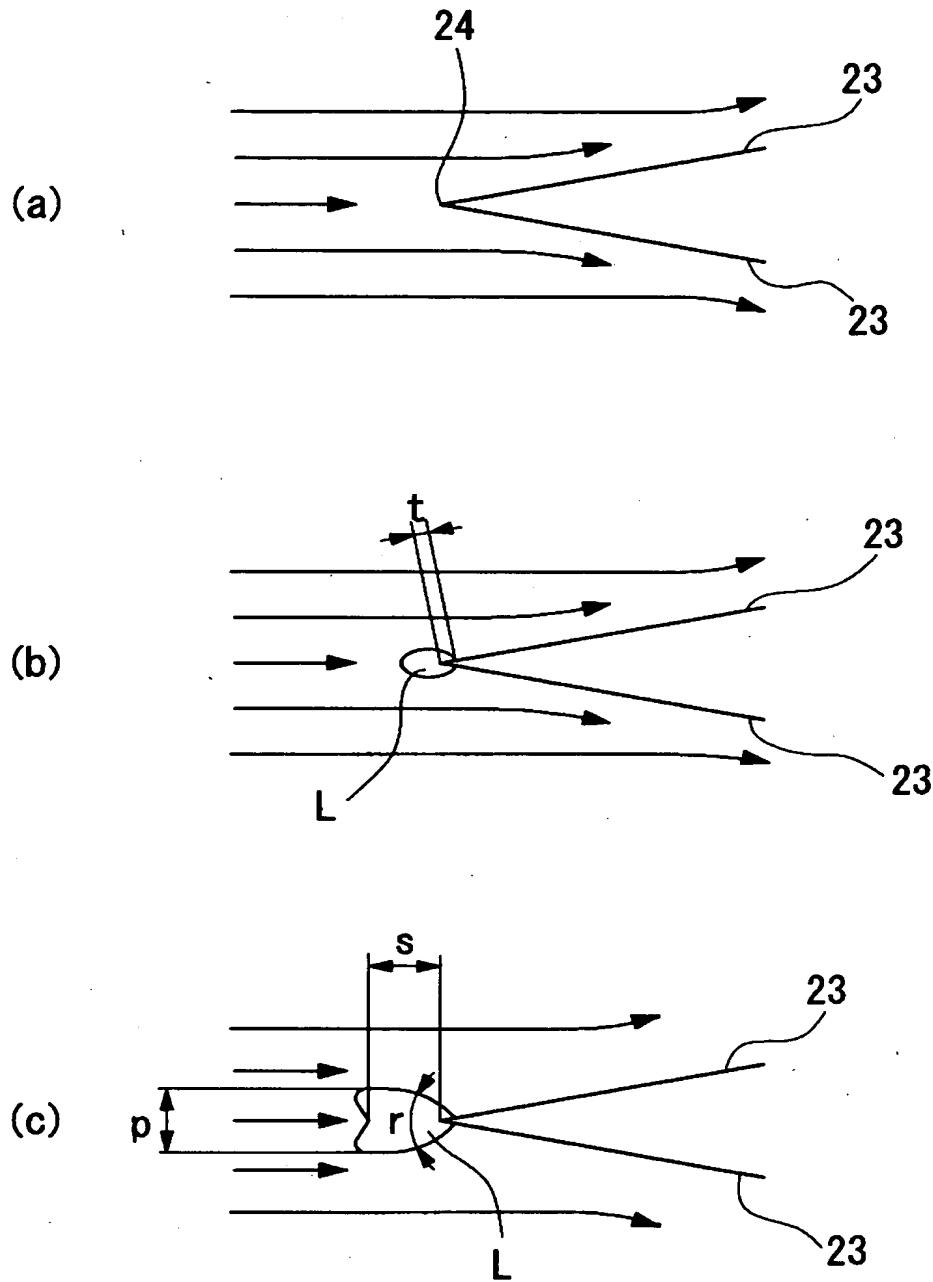
【図1】



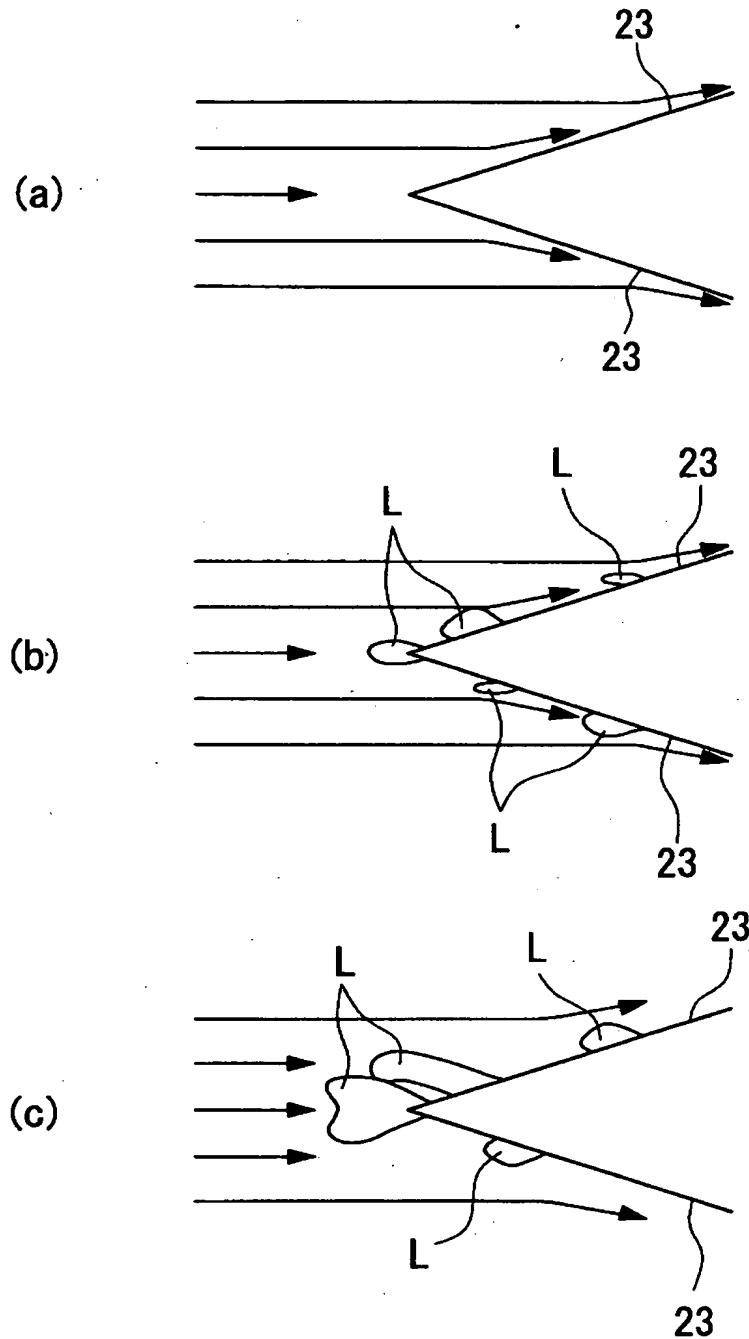
【図2】



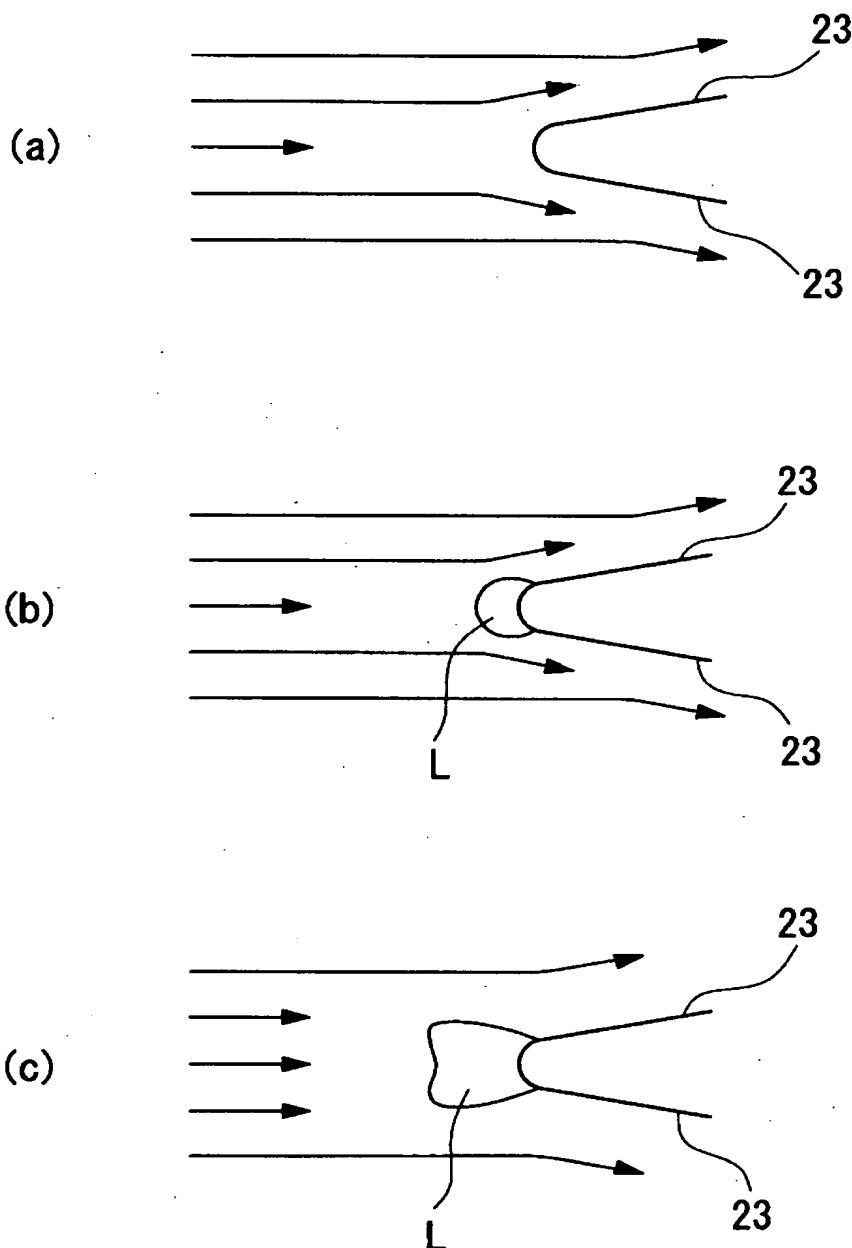
【図3】



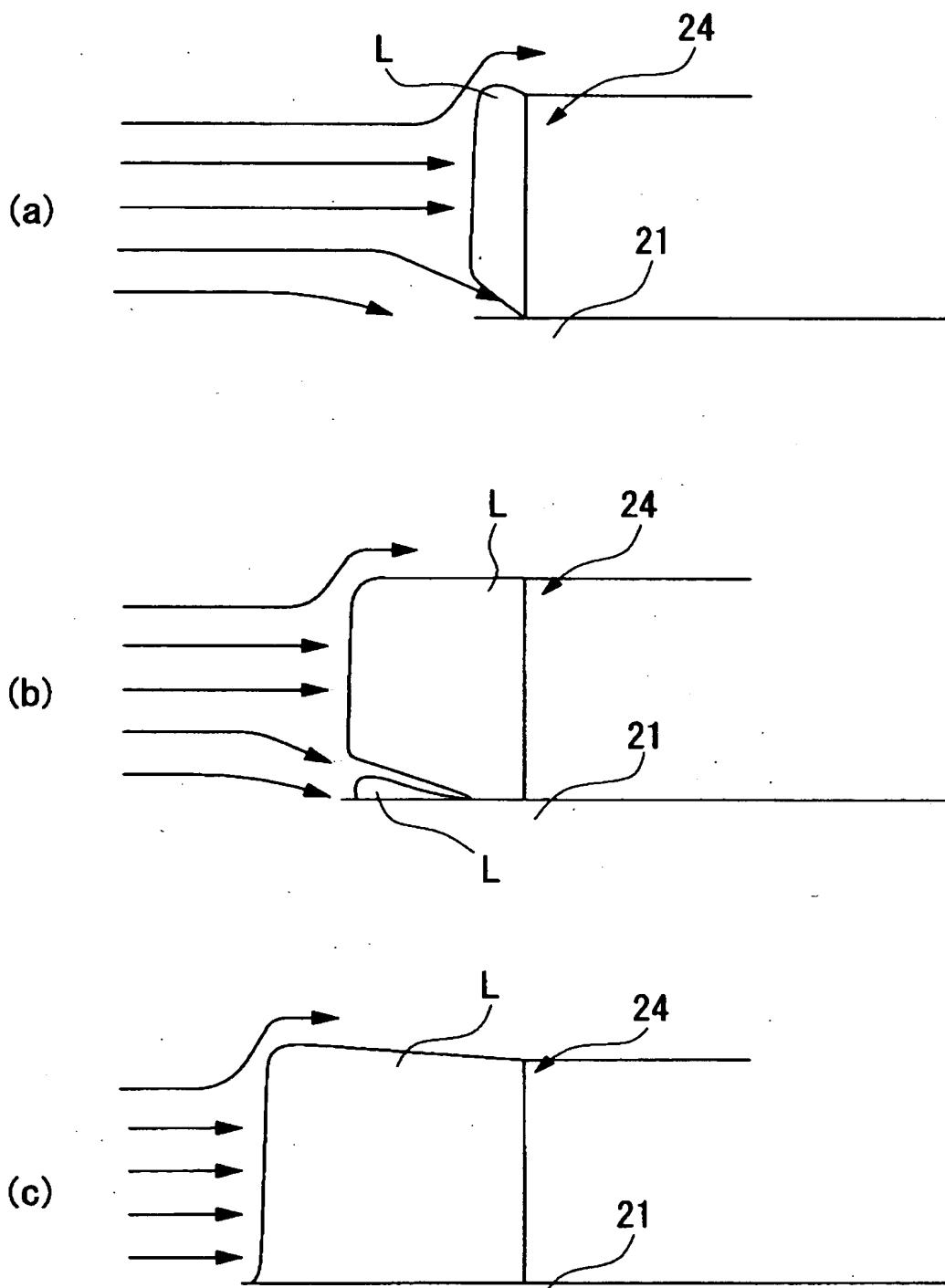
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 氷雪条件下で用いられても適正な温度測定が行えるとともに、氷雪が付着しにくく、氷雪が付着しても温度測定装置自体が破損せず、氷雪の脱落時にもエンジン等を破損させることのない温度測定装置を提供すること。

【解決手段】 エンジンに流入する気流内に配置された略刃形状の筐体（20）を備え、筐体（20）の表面を流れる気流の温度Tに基づいて気流の全温度T1を測定する装置であって、筐体（20）の形状は、氷雪条件下において筐体（20）の表面に形成されるとともに筐体（20）から乖離してエンジンに吸入される氷雪塊が、エンジンに損傷を与えない成長段階において乖離するように設定される。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-070190
受付番号	50100354180
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 3月14日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000232357
【住所又は居所】	神奈川県秦野市曾屋500番地
【氏名又は名称】	横河電子機器株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】 鈴木 三義
【選任した代理人】
【識別番号】 100107836
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 西 和哉
【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000232357]

1. 変更年月日 1993年12月 9日

[変更理由] 名称変更

住 所 神奈川県秦野市曾屋500番地

氏 名 横河電子機器株式会社